

BEST AVAILABLE COPY
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-258547

(43)Date of publication of application : 24.09.1999

(51)Int.Cl.

G02B 27/18
G02B 5/04
G02B 13/18
G02B 13/24
G02F 1/13
G02F 1/1335

(21)Application number : 10-063315

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 13.03.1998

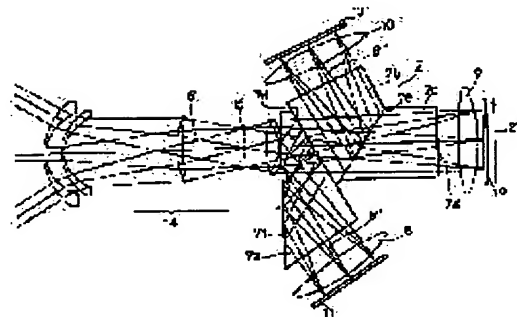
(72)Inventor : HAYASHI KOTARO
KONNO KENJI

(54) COLOR IMAGE PROJECTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact and low-cost color image projecting device reduced in color irregularity on a plane of projection, without using a member for separating lighting light and projecting light.

SOLUTION: This color image projecting device is composed of plural reflection type display panels 11-13 for forming a projecting light containing an optical image from lighting light, a projecting optical system 14 which is a non-telecentric optical system for projecting the projecting light and forming an image on a plane of projection, a reflection angle conversion optical system (condenser lens) by which an incident angle to the reflection type display panels 11-13 of the lighting light and a reflection angle to the reflection type display panels 11-13 of the projection light are made to differ dependent on areas corresponding to the reflection type display panels, and a color separation and synthesis means (color separation and synthesis prism 7) to separate the projection light into light of plural colors and also synthesizes the lighting light of plural colors. The color separation and synthesis means 14 has plural dichroic coat planes forming angles of 35 degrees or less with the optical axis.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

30.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

TWO PAGE BLANK (CONT)

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (C. 6)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-258547

(43)公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 27/18

G 0 2 B 27/18

Z

5/04

5/04

B

13/18

13/18

13/24

13/24

G 0 2 F 1/13

5 0 5

G 0 2 F 1/13

5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平10-63315

(22)出願日

平成10年(1998) 3月13日

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72)発明者 林 宏太郎

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 金野 賢治

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

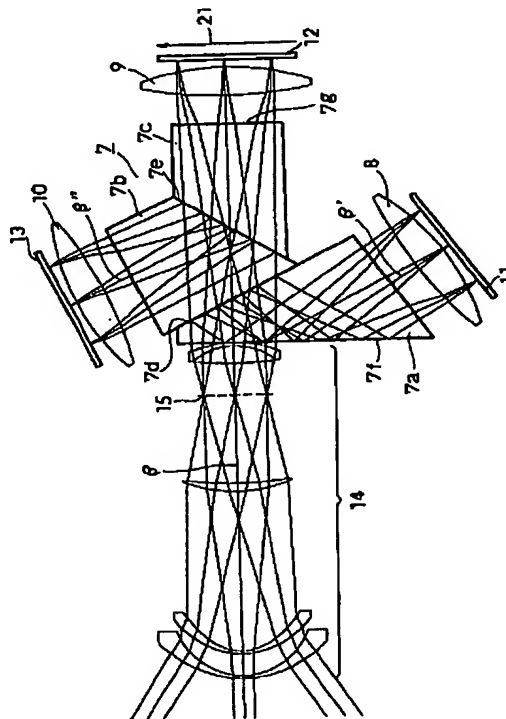
(74)代理人 弁理士 佐野 静夫

(54)【発明の名称】 カラー画像投影装置

(57)【要約】

【課題】 本発明は、上記問題点に鑑み、照明光と投影光を分離するための部材を用いることなく、投影面での色むらを低減させた、コンパクトで低コストのカラー画像投影装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 照明光から光学画像を含む投影光を形成する複数の反射型表示パネルと、投影光を投影して投影面に結像させる非テレセントリック光学系である投影光学系と、前記照明光の前記反射型表示パネルに対する入射角と、前記投影光の該反射型表示パネルに対する反射角とが、対応する前記反射型表示パネルの領域によって異なるようにする反射角変換光学系と、前記照明光を複数の色の光に分解するとともに複数の色の投影光を合成する色分解合成手段とを有する構成とする。また、色分解合成手段は前記投影光学系の光軸となす角度が 35° 以下の複数のダイクロイックコート面を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の画素に分割された反射型表示パネルにおいて照明光を前記画素ごとと選択的に第1あるいは第2の所定の特性を持つ光に変換して反射することにより第2の所定の特性を持つ光のみからなる投影光を形成する同一構成の複数の表示手段と、前記表示手段に与える照明光を形成する照明光学系と、前記照明光学系からの照明光を複数の色の光に分解して各色の光に対応する前記表示手段に与えるとともに前記複数の表示手段で形成された複数の色の投影光を合成する色分解合成手段と、前記色分解合成手段で合成された投影光を投影して投影面に結像させる投影光学系とを有するカラー画像投影装置において、

前記照明光の前記反射型表示パネルに対する入射角と、前記投影光の該反射型表示パネルに対する反射角とが、対応する前記反射型表示パネルの領域によって異なるようにする反射角変換光学系を有し、

前記色分解合成手段は特定の色の光のみを反射し残りの色の光を透過する複数のダイクロイックコート面を備え、該ダイクロイックコート面と前記投影光学系の光軸とのなす角度が 35° 以下であり、

前記投影光学系の焦点距離を f 、前記反射型表示パネル上の最軸外光線の像高を y 、前記投影光学系に入射する前記投影光の最軸外光線の主光線と軸上主光線がなす角度を θ とすると、 $2 < y/tan\theta / f < 10$ を満たし、

前記照明光学系と前記投影光学系の光軸を含む平面と、合成後前記投影光学系の光軸を光路とする各色の投影光を含む平面とは直交することを特徴とするカラー画像投影装置。

【請求項2】 前記反射型表示パネルは長方形であり、該反射型表示パネルの短辺は、前記照明光学系と前記投影光学系の光軸を含む平面と平行であることを特徴とする請求項1に記載のカラー画像投影装置。

【請求項3】 前記色分解合成手段は、前記照明光を第1から第3の波長域の光に分解するとともに第1から第3の波長域の光からなる投影光を合成する第1から第3のプリズムで形成された色分解合成プリズムであり、該色分解合成プリズムは、第1のプリズムに形成された、第1の波長域、第2の波長域、第3の波長域の光共に垂直入射近傍では透過し、所定の角度以上では第1の波長域の光に対し反射する照明光入射面と、第1のプリズムと第2のプリズムの接合面に形成された第1の波長域の光を反射する第1のダイクロイックコート面と、第2のプリズムと第3のプリズムの接合面に形成された第2の波長域の光を反射する第2のダイクロイックコート面と、第1から第3のプリズムに形成された第1から第3の波長域に対応する第1から第3の反射型表示パネルに照明光を導く射出面とを有し、

前記照明光のうち第1の波長域の光は前記照明光入射面

に垂直入射近傍で入射し透過し、第1のダイクロイックコート面で反射され、前記照明光入射面に所定の角度以上で入射し反射され、第1のプリズムの前記射出面を透過して第1の反射型表示パネルに導かれ、

前記照明光のうち第2の波長域の光は第1のプリズムの全ての面を透過し、前記第2のダイクロイックコート面で反射され、第2のプリズムの前記射出面を透過して第2の反射型表示パネルに導かれ、

前記照明光のうち第3の波長域の光は第1のプリズム、第2のプリズムの全ての面を透過し、第3のプリズムの前記射出面を透過して第3の反射型表示パネルに導かれることを特徴とする請求項1または2に記載のカラー画像投影装置。

【請求項4】 前記反射角変換光学系は、複数の前記各反射型表示パネルの近傍に配置されたコンデンサーレンズからなり、該コンデンサーレンズの光軸は対応する反射型表示パネルから出射される投影光の内、合成後に前記投影光学系の光軸を光路とする投影光の合成前の光路に対して偏心して、該偏心方向への前記反射型表示パネルの像高を H としたとき、前記コンデンサーレンズの光軸は $0.3H \sim 2.0H$ 平行に偏心していることを特徴とする請求項1乃至3いずれかに記載のカラー画像投影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、異なる色の光からなる複数の光学画像を合成して投影する小型のカラー画像投影装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、透過型LCD (liquid crystal display) よりも効率の高い反射型LCDが注目されている。反射型LCDは、反射型LCDの表面から入射した照明光を入射角とは逆符号でほぼ同じ反射角を持つ正反射の投影光を射出する。

【0003】この反射型LCDを用いた表示光学系として、従来、反射型LCDに対してほぼ垂直方向から照明し、垂直方向に投影光が射出するようにし、この投影光が投影光学系を介して像を形成するように構成されたものが提案されている。図8に、この光学系の具体例（従来例1）を示す。

【0004】図8は、光学系の水平断面図である。同図において、51は光源、52は光源51に連結され、光源51からの光を反射して集光するリフレクター、54はリフレクター52の前面に配設され、後述の反射型LCDを効率よく、むらなく照明するための照明光学系、55、56は特定の色の光のみを反射し残りの色の光を透過するダイクロイックミラー、57、58、59は偏光ビームスプリッター、60、61、62はそれぞれ赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の光学画像を形成する反射型LCDパネル、63はクロスダイクロイックプリ

ズム、64は投影光学系である。

【0005】光源51及び、光源51からの光を反射するリフレクター52からでた照明光は、照明光学系53を通過してダイクロイックミラー55によりBの光が反射され、ダイクロイックミラー56によりGの光が反射され、3色の光に分離される。分離されたR、G、Bの光は、それぞれ偏光ビームスプリッタ57、58、59に入射し、ここでS偏光光束のみが反射され反射された光が反射型LCDパネル60、61、62に垂直入射する。

【0006】垂直に入射した照明光は、反射型LCDパネル60、61、62で画素ごとに選択的にP偏光に変換されて正反射される。反射型LCDパネル60、61、62で垂直に正反射された投影光は偏光ビームスプリッタ57、58、59で反射せずに透過し、クロスダイクロイックプリズム63に入射する。クロスダイクロイックプリズム63で3色の投影光が合成され、投影光学系64によってスクリーン上に結像される。

【0007】また、特開昭63-292892号公報では、反射型LCDに垂直でない照明光が入射する構成の光学系（従来例2）が提案されている。該公報の光学系では、反射型LCDの近傍にフレネルレンズが配置されている。このフレネルレンズにより、反射型LCDにおける照明光の入射角と投影光の反射角がパネルの領域に依じて異なるようにしている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】反射型LCDは、正反射特性を持っている。このため、従来例1のように、照明光が反射型LCDパネル60、61、62に垂直に入射する場合は、これを垂直に反射して投影光を形成するため、照明光と投影光が進行方向を逆にしただけのほぼ同じ光路を辿ることになる。よって、照明光の光路と投影光の光路を分離するための偏光分離プリズム57、58、59を配置する必要がある大きなガラスブロックと多層の薄膜処理によるコストアップにつながる。

【0009】さらに、3色の投影光を合成するためのダイクロイックプリズム63も必要となるために、結果的にレンズバックには2つのプリズム63、58（または57または59）を挿入する必要があるためにレンズバックの長さが非常に長くなった。レンズバックの長さが長くなると、その分だけレンズ枚数が増えたり収差補正を困難にしたりと投影光学系にかかる負担が大きくなる。

【0010】また、反射型LCDパネル60、61、62の正反射特性に合わせるため、投影光学系64はテレセントリック光学系でなければならず、テレセントリック光学系にするためにもレンズ枚数が増えたり収差補正を困難にしたりする。上記理由と合わせると、テレセントリック光学系で長いレンズバックを持たせようとすると、非常に多くのレンズ枚数が必要であり、光学系が大

型化する。

【0011】偏光ビームスプリッタ等を用いることなく簡単な構成で照明光と投影光を分離できるようにするためには、反射型LCDに対して斜め方向から照明すればよい。このようにすれば、照明光と投影光の光路が異なる。しかしながら、このようにした場合、正反射特性から投影光も斜め方向に射出する。斜め方向に射出した投影光に対して反射型LCDと共役でかつ良好な像を形成する投影光学系を構成することは非常に困難である。

【0012】従来例2においては、クロスダイクロイックプリズムで色の分解合成を行っているが、投影光学系の瞳が近くテレセントリックから大きく離れているために、クロスダイクロイック面における入射角が大きいかつ軸外の光束と軸上の光束での角度が大きく異なるので十分な色の分離を行えずに光量のロス及び投影面での色むらが発生する。

【0013】このように、テレセントリック光学系から大きくはずれた光学系にクロスダイクロイックプリズムを用いると、ダイクロイック面の入射光に対する角度依存性により発生する色むらを除去することができないので好ましくない。また、良好な像を形成するためには、その投影光学系や照明光学系の構成が重要となってくるが、従来例2においてはこれらの具体的な構成が示されていない。

【0014】本発明は、上記問題点に鑑み、照明光と投影光を分離するための部材を用いることなく、かつ投影面での色むらを低減させた、コンパクトで低コストのカラー画像投影装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、複数の画素に分割された反射型表示パネルにおいて照明光を前記画素ごと選択的に第1あるいは第2の所定の特性を持つ光に変換して反射することにより第2の所定の特性を持つ光のみからなる投影光を形成する同一構成の複数の表示手段と、前記表示手段に与える照明光を形成する照明光学系と、前記照明光学系からの照明光を複数の色の光に分解して各色の光に対応する前記表示手段に与えるとともに前記複数の表示手段で形成された複数の色の投影光を合成する色分解合成手段と、前記色分解合成手段で合成された投影光を投影して投影面に結像させる投影光学系とを有するカラー画像投影装置において、前記照明光の前記反射型表示パネルに対する入射角と、前記投影光の該反射型表示パネルに対する反射角とが、対応する前記反射型表示パネルの領域によって異なるようにする反射角変換光学系を有し、前記色分解合成手段は特定の色の光のみを反射し残りの色の光を透過する複数のダイクロイックコート面を備え、該ダイクロイックコート面と前記投影光学系の光軸とのなす角度が 35° 以下であり、前記投影光学系の焦点距離を f 、前記反射型表示パネル上の最軸外光線の像高を

y、前記投影光学系に入射する前記投影光の最軸外光線の主光線と軸上主光線がなす角度を θ とすると、 $2 < y / \tan \theta / f < 10$ を満たし、前記照明光学系と前記投影光学系の光軸を含む平面と、合成後前記投影光学系の光軸を光路とする各色の投影光を含む平面とは直交する構成とする。

【0016】上記構成において、反射型表示パネルとしては、例えば反射型LCDパネルやDMD (Digital Micromirror Device) を用いることができる。反射角変換光学系は、例えば複数の前記各反射型表示パネル近傍に配置したコンデンサーレンズで構成することができる。該コンデンサーレンズの光軸は対応する反射型表示パネルから出射される投影光の内、合成後に前記投影光学系の光軸を光路とする投影光の合成前の光路に対して偏心して、該偏心方向への前記反射型表示パネルの像高をHとしたとき、前記コンデンサーレンズの光軸は $0.3H \sim 2.0H$ 平行に偏心しているものとする。前記色分解合成手段としては、例えば、色分解合成プリズムや色分解合成ミラーで構成することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

〈第1の実施形態〉図1は、本発明の実施形態のカラー画像投影装置の投影光学系の光軸を含む垂直断面図である。図2は、投影光学系の光軸を含む水平断面図である。1は光源、2は光源1を取り囲むように配置され、光源1からの光をほぼ平行にする例えば放物面形状をしたリフレクター、3は光源1及びリフレクター2から入射する光の不要な波長域をカットするIR-UVカットフィルターである。

【0018】4は複数のレンズセル4aがマトリックス状に配置された第1のレンズアレイである。第1のレンズアレイ4は、後述する第2のレンズアレイ、コンデンサーレンズの光学作用により、反射型LEDパネルに対して共役関係となる位置に配置されている。5はS偏光光束のみを反射するダイクロイックミラー面5aと全反射ミラー面5bを有する偏光分離プリズムである。

【0019】6は複数のレンズセル6aがマトリックス状に配置された第2のレンズアレイである。第2のレンズアレイ6は、第1のレンズアレイ4、リフレクター2の光学作用により光源1と共役関係となる位置に設けられている。第2のレンズアレイ6のレンズセル6aの密度は、第1のレンズアレイ4よりも横方向に倍になっている。

【0020】尚、図示はしないが、第2のレンズアレイ6のP偏光光束に対応するレンズセル6aの入射面には、P偏光光束をS偏光光束に変換する半波長板が設けられている。これにより第2のレンズアレイ6から出る光は全てS偏光となる。

【0021】7は、3つの6面体のプリズム7a、7

b、7cから形成される色分解合成プリズムである。3つのプリズム7a、7b、7cは、プリズム7aとプリズム7bにより接合面7dが、プリズム7bとプリズム7cにより接合面7eが形成されるように接合されている。各面の角度等の詳細は後述する。

【0022】接合面7dには、可視光の内、略510nm以下の波長(B)の光を反射し、その他の波長の光束を透過するダイクロイック多層膜が蒸着(ダイクロイックコート)され、接合面7eには、可視光の内、略580nm以上の波長(R)の光を反射し、その他の波長の光束を透過するダイクロイック多層膜が蒸着されている。

【0023】8、9、10は偏心したコンデンサーレンズ、11、12、13はそれぞれR、G、Bの電気画像を光学画像に変換する長方形の反射型LCDパネルである。反射型LCDパネル12を例に挙げていうと、矢印20が短辺方向、矢印21が長辺方向である。照明光学系の光軸と投影光学系の光軸を含む平面と反射型LCDパネル11、12、13の短辺方向20が平行である場合は、照明光と投影光の分離角度を小さくできるので好ましい。逆に、長辺方向21と平行になると分離角度を大きくするために偏心したコンデンサーレンズ8、9、10のパワーを強くする必要があるので投影光学系の収差補正が困難になり好ましくない。

【0024】各反射型LCDパネル11、12、13は、入射光の内、各画素毎に選択的に偏光面を回転させ、あるいは回転させずに反射する。そして、不図示の偏光板で回転された光のうちP偏光成分のみを透過して投影光を形成する。14はプリズム7からの投影光を不図示のスクリーン上に結像させる非テレセントリックな光学系である投影光学系である。15は、投影光学系14に設けられた絞りである。

【0025】上記構成において、1～6までの構成を特許請求の範囲でいうところの照明光学系、7の構成を同じく色分解合成手段、8～10の構成を同じく反射角変換光学系、11～13の構成と上記不図示の偏光板を同じく表示手段とする。

【0026】上記構成において、光源1から放射されたランダム偏光の光束は、一部は光源1から直接、残りはリフレクタ2から反射され、IR-UVカットフィルター3で不要成分をカットされた後、第1のレンズアレイ4に入射される。第1のレンズアレイ4では複数の光束に分離され、偏光分離プリズム5に入射されダイクロイック面5aでS偏光が反射され、全反射面5bでP偏光が反射されることによりS偏光とP偏光に分離される。S偏光は直接第2のレンズアレイ6に入射され、P偏光は入射面で不図示の半波長板によりS偏光に偏光された後、第2のレンズアレイ6に入射され、光源像を結像される。

【0027】この光源像を二次光源として、第2のレンズアレイ6から複数の光束が出射され、色分解合成プリ

ズム7の面7fに斜め上方から入射する。プリズム7に入射された光束は接合面7dでBの光束が反射され、接合面7eでRの光束が反射され、残りのGの光束はコンデンサーレンズ9を介して反射型LCDパネル12に与えられる。接合面7dで反射されたBの光束は、面7fへの入射角度が大きいのでここで全反射をおこしコンデンサーレンズ8を介して反射型LCDパネル11に与えられる。接合面7eで反射されたRの光束は、コンデンサーレンズ10を介して反射型LCDパネル13に与えられる。

【0028】反射型LCDパネル11、12、13で生成されたR、G、Bの各色の光学画像を形成する投影光は、それぞれコンデンサーレンズ8、9、10を介して色分解合成プリズム7に入射する。Bの投影光は面7f、接合面7dで反射され、面7fに対する入射角がほぼ 0° となって面7fを透過する。Gの投影光はそのまま面7fを透過する。Rの投影光は接合面7eで反射された後、面7fを透過する。結果的に、3色の投影光が合成されて、色分解合成プリズム7から出射される。この合成された投影光は投影光学系14により不図示のスクリーン上に結像される。

【0029】上記のように、本実施形態においては、半波長板を第2のレンズアレイのP偏光に対応するレンズセル6aの入射面に設ける構成とし照明光としてS偏光光束のみを用いるようにしたが、半波長板をS偏光に対応するレンズセル6aの入射面に設ける構成とし照明光としてP偏光光束のみを用いるようにしてもよい。

【0030】反射型LCDパネル11、12、13を均一にけられなく照明するためには、第2のレンズアレイ6にできる第1のレンズアレイ4の光源像と投影光学系14の絞り15が共役の関係にあることが必要となるが、上記構成では第2のレンズアレイ6が絞り15のほぼ上にきているので、その関係を維持している。

【0031】このように、第2のレンズアレイ6を絞り15のほぼ上に位置するようにするには、投影光学系14の射出瞳距離とコンデンサーレンズ8、9、10の焦点距離をほぼ等しくするとよい。逆に、絞り15から遠く離れて位置するようにするには、コンデンサーレンズ8、9、10の焦点距離を長くすると、反射型LCDパネル11、12、13から第2のレンズアレイ6の間の距離を長くすることができる。また、投影光学系14の絞り15と共役な位置に第2レンズアレイ6を直接配置してもよいが、ここに第2のレンズアレイ6と共役な像を結ぶように光学系を配置するようにしてもよい。

【0032】上記のように、本実施形態においては、色分解合成手段として2つのダイクロイックコート面7d、7eを有する色分解合成プリズムが用いられる。一般に、ダイクロイックコート面はその入射角により選択的に透過される波長域が変化する。その変化の度合いは、設計入射角が大きいほど角度による特性波長域の変

化の割合が大きい。よって、本実施形態のように軸上と軸外の主光線角度が大きい非テレセントリックな光学系においては、ダイクロイックコート面に入射する軸上の主光線の角度が 35° 以下（条件式1とする）であるようにする。

【0033】また、本実施形態は、非テレセントリックな光学系であるので、ダイクロイックコート面7d、7eへの入射角が 35° 以下であっても、軸上光と軸外光の特性の差が若干生じる。これを解決する方法として、ダイクロイックコート面が場所ごと、例えば図2のダイクロイックコート面7eの上側から下側の間を特性が少しずつ変化するようにした傾斜コーティングが知られている。傾斜コーティングを用いる場合、傾斜コーティングをするダイクロイックコート面は、反射型LCDパネルに近い方がよい。反射型LCDパネルに近い方のダイクロイックコート面7eでは、軸上光と軸外光の通過する場所が面7e上で異なるので、軸上光と軸外光の入射角の違いによるコートの特性の差をキャンセルするような傾斜コーティングとする。通常、特性の差による色むらを感じやすいのはRとGの光なので、RとGの光の分離を面7eで行うのがよい。

【0034】ダイクロイックコート面に入射する軸上の主光線の角度が 35° を超えると、入射角度が大きくなり表示面での色むらが大きくなる。さらに、 31° 以下（条件式1'とする）であるとより色むらの少ない表示を得ることができる。

【0035】上記のように、本実施形態においては、反射角変換光学系として、偏心したコンデンサーレンズ8、9、10を各反射型LCDパネル8、9、10の直前に配置している。コンデンサーレンズ8、9、10が反射型LCDパネル8、9、10から大きく離れると長いレンズバックが必要になり、投影光学系14の性能を維持するのも困難になるので好ましくない。

【0036】反射型LCDパネル11、12、13のコンデンサーレンズ8、9、10の偏心方向の像高（反射型LCDパネルの辺の長さ）をHとしたとき、コンデンサーレンズ8、9、10はコンデンサーレンズ8、9、10のレンズ光軸 α が投影光学系14のレンズ光軸 β から $0.3H \sim 2.0H$ （条件式2とする）平行に偏心しているものであるとする。

【0037】尚、コンデンサーレンズ8、10の偏心量は、上記 β の代わりにそれぞれ合成後に投影光学系のレンズ光軸 β を光路とする合成前の投影光の光路 β' 、 β'' を用いて上記と同様に扱う。Gの投影光に関しては、レンズ光軸 β を光路とする合成前の投影光の光路はレンズ光軸 β 上にある。 β 、 β' 、 β'' は図2中に示してある。

【0038】偏心量が $0.3H$ 以下であると、偏心量が少ないため、照明光と投影光を分離するためにはコンデンサーレンズのパワーを強くする必要が生じ、投影光学

系の性能を劣化させてしまう。2. 0 H以上であると、偏心量が多いため、コンデンサーレンズの径が大きくなりコスト高になってしまう。さらに、変心量は0. 4 H～1. 0 H（条件式2' とする）である方が好ましい。

【0039】図3に、コンデンサーレンズ8、9、10及び反射型LCDパネル11、12、13の光路イメージ図を示す。コンデンサーレンズ8、9、10のレンズ光軸を一点鎖線 α で示す。図3において、右上からの照明光は、偏心したコンデンサーレンズ8、9、10を透過して反射型LCDパネル11、12、13の中央部P、左部P'、右部P''に入射し、反射されて再度コンデンサーレンズ8、9、10を逆に通過して、同図の上方へと向かう。

【0040】反射型LCDパネル11、12、13の各領域における照明光の入射角、投影光の反射角は、コンデンサーレンズ8、9、10に入射する直前の照明光、コンデンサーレンズ8、9、10から出射直後の投影光で考える。同図に示すように、反射型LCDパネル11、12、13の中央部Pにおいては、表面に対して入射角 21.9° 、反射角 -5.0° で、コンデンサーレンズ8、9、10に照明光 p_1 、投影光 p_2 が出入りする。

【0041】同図の反射型LCDパネル11、12、13の左部P'においては、表面に対して入射角 25.2° 、反射角 1.7° で、コンデンサーレンズ8、9、10に照明光 p_1' 、投影光 p_2' が出入りする。このように、コンデンサーレンズ8、9、10は、照明光の反射型LCDパネル11、12、13に対する入射角と、投影光の反射型LCDパネル11、12、13に対する反射角とが、対応する反射型表示パネル11、12、13の領域によって異なるようにする。

【0042】従って、反射型LCDパネル11、12、13の各素子に入射、反射する光線の角度はほぼ一定でありながら、投影光学系14を非テレセントリック光学系とすることが可能となり、投影光学系14のレンズ径を小さくし、レンズ枚数を少なくしてコストダウンと小型化を図ることができる。また、各LCD素子は一定の角度に対する入射、反射特性を最適にすることができる。本実施形態は、上記のようにLCD素子に対する入射、反射角度は反射型LCDパネル11、12、13の全領域でほぼ等しくすることができるので好ましい。

【0043】上記のように、本実施形態では投影光学系14を非テレセントリック光学系とすることが可能となる。しかし、投影光学系の射出瞳距離が小さすぎると色

分解合成プリズム7を挿入するためのレンズバックを確保することが難しくなる。従って、投影光学系14の射出瞳距離を適切に保つための以下の条件を満たすこととする。

【0044】焦点距離を f 、反射型表示パネル11、12、13上の最外軸光線の像高（反射型表示パネルの対角線の半分の値となる）を y 、投影光学系に入射する投影光の最外軸光線の主光線と軸上主光線がなす角度を θ としたときに、 $y/\tan\theta/f$ が $2\sim 10$ （条件式3とする）となる。 $y/\tan\theta/f$ が前記下限を超えると十分なレンズバックを確保するのが困難になり、上限を超えると投影光学系のレンズ枚数が増えるのでコスト高になる。

【0045】また、反射型LCDパネル11、12、13は偏心したコンデンサーレンズ8、9、10による像面の傾きを補正するため、投影光学系のレンズ光軸 β または光路 β' 、 β'' に対して、垂直より若干傾いている。この傾きは、小さすぎると傾きを補正しきれず、大きすぎると大きな歪曲が発生するため $2^\circ < \text{傾き角度} < 8^\circ$ （条件式4とする）が望ましい。

【0046】以下に、本実施形態におけるコンストラクションデータを示す。データ中対応する各面は図1中に図示する。データ中で*印をつけた面は非球面であり、非球面係数及び非球面を表す式も続いて示す。また、偏心したレンズの偏心量や位置等も別途示す。光学系の構成要素の位置関係は、図1に示すように紙面に平行で投影光学系14の光軸 β 方向であるX軸と、それと直角をなすY軸及び紙面に垂直のZ軸が示す3次元座標により表される。

【0047】第13面（r13）、第14面（r14）を持つレンズが偏心したコンデンサーレンズ9である。尚、図1には図示しないが、コンデンサーレンズ8、10もコンデンサーレンズ9と同様に、第13面、第14面を有する構成となっている。

【0048】また、図4にこの投影光学系14の収差図を示す。同図の球面収差図において、実線（d）はd線における球面収差を表し、破線（SC）は正弦条件を表している。また、非点収差図において、実線（DS）と破線（DM）は、それぞれサジタル光束とメリディオナル光束の非点収差を表している。ここでは簡便のためにコンデンサーレンズの偏心をなくして軸対称の状態での収差を示した。

【0049】

〔面番号〕	〔曲率半径〕	〔軸上面間隔〕	〔d線屈折率〕	〔アッペ数〕
投影面	∞			
		845	AIR	
r1	42.84830			
		1.100000	1.754500	51.5700
r2	26.50403			

		8.873609	AIR	
r3	31.60111	1.100000	1.670938	54.8859
*r4	18.35059	64.008095	AIR	
r5	53.90145	3.171023	1.791571	22.8126
r6	129.45774	35.881338	AIR	
絞り15	∞	12.869041	AIR	
r8	113.17508	7.218537	1.577914	60.6311
r9	-23.56948	1.100000	1.846661	23.8234
r10	-43.69099	0.100000	AIR	
r11	∞	90.000000	1.516800	65.2613
r12	∞	11.974200	AIR	
r13	159.89805	11.881196	1.516800	65.2613
r14	-90.60260	1.909300	AIR	
r15 (像面)	∞			

【0050】〔第4面(*r4)の非球面係数〕

$\varepsilon = 0.01640437$

$A = 0.926527 \times 10^{-5}$

$B = -0.143572 \times 10^{-7}$

$C = 0.531059 \times 10^{-10}$

$D = -0.715979 \times 10^{-13}$

【0051】〔非球面を表す式〕

$x = f(y, z) = cr^2 / \{1 + (1 - \varepsilon c^2 r^2)^{1/2}\} + Ar^4 + Br^6 + Cr^8 + Dr^{10}$

この式において、

$r = (y^2 + z^2)^{1/2}$

ε : 2次曲面パラメータ

c : 曲率 (曲率半径 cr の逆数)

【0052】〔反射型LCDパネルの大きさ〕

長辺 : 35.84mm

短辺 (Hの値) : 21.5mm

【0053】〔投影光学系の焦点距離 (f)〕

28.6mm

($y / \tan \theta / f = 3.53$ となるので条件式3を満たす)

【0054】〔第13面(r13)の平行偏心〕

13.907900mm (y軸方向に)

(13.907900 = 0.647H となるので条件式2'を満たす)

【0055】〔像面(r15)の傾き偏心〕

5.341089°

(条件式4を満たす)

【0056】〔ダイクロイックコート面の軸上主光線となす角度〕

7d面 : 27.9° (条件式1'を満たす)

7e面 : 32.1° (条件式1を満たす)

【0057】上記実施形態においては、色分解合成手段として上記図2に示した色分解合成プリズム7を用いたが、これ以外の構成のものでも本発明を達成できる。以下、第2～第4の実施形態として色分解合成手段の他の例を示す。

【0058】〈第2の実施形態〉図5は、本実施形態の色分解合成手段とそれに対応させて配置したコンデンサーレンズ8、9、10と反射型LCDパネル11、12、13を含む図2に対応する図である。色分解合成手段として、2つの6面体プリズム72a、72cと1つの5面体プリズム72bの3つのプリズム72a、72b、72cからなる色分解合成プリズム72が用いられる。2つのプリズム72b、72cは、プリズム72bとプリズム72cにより接合面72eが形成されるように接合されている。プリズム72a、72bは、わずかな空気層を有して配置されている。隔たれたプリズム面のうち、プリズム72a側を面72d、プリズム72

b側を面72gとする。

【0059】面72dには、Bの光束のみを反射しその他の色の光束を透過するダイクロイック多層膜が蒸着され、接合面72eには、Rの光束のみを反射しその他の色の光束を透過するダイクロイック多層膜が蒸着されている。面72d、接合面72eの軸上主光線となす角度はそれぞれ 27.9° 、 12.4° でともに条件式1'を満たす。

【0060】面72fから入射した照明光のうちBの光束は面72dで反射され、面72fで全反射されたのち対応する反射型LCDパネル11に入射する。Rの光束は接合面72eで反射され、面72gで全反射されたのち対応する反射型LCDパネル13に入射する。Gの光束は色分解合成プリズム72の全ての面を透過して対応する反射型LCDパネル12に入射する。投影光については照明光の逆をたどれば説明がつくので、説明を省略する。

【0061】〈第3の実施形態〉図5は、本実施形態の色分解合成手段とそれに対応させて配置したコンデンサーレンズ8、9、10と反射型LCDパネル11、12、13を含む図2に対応する図である。色分解合成手段として、2つの6面体プリズム73a、73dと2つの5面体プリズム73b、73cの4つのプリズム73a、73b、73c、73dからなる色分解合成プリズム73が用いられる。4つのプリズム73a、73b、73c、73dは、プリズム73aとプリズム73bにより接合面73eが、プリズム73cとプリズム73dにより接合面73fが形成されるように接合されている。プリズム73bとプリズム73cは、わずかな空気層を置いて配置されている。隔たれたプリズム面のうち、プリズム73c側の面を面73gとする。

【0062】接合面73eには、Bの光束のみを反射しその他の色の光束を透過するダイクロイック多層膜が蒸着され、接合面73fには、Rの光束のみを反射しその他の色の光束を透過するダイクロイック多層膜が蒸着されている。接合面73e、接合面73fの軸上主光線となす角度はそれぞれ 27.9° 、 27.9° でともに条件式1'を満たす。

【0063】面73hから入射した照明光のうちBの光束は接合面73eで反射され、面73hで全反射されたのち対応する反射型LCDパネル11に入射する。Rの光束は接合面73fで反射され、面73gで全反射されたのち対応する反射型LCDパネル13に入射する。Gの光束は色分解合成プリズム73の全ての面を透過して対応する反射型LCDパネル12に入射する。投影光については照明光の逆をたどれば説明がつくので、説明を省略する。

【0064】〈第4の実施形態〉図6は、本実施形態の色分解合成手段とそれに対応させて配置したコンデンサーレンズ8、9、10と反射型LCDパネル11、1

2、13を含む図2に対応する図である。色分解合成手段は、2つのダイクロイックミラー74a、74bからなる色分解合成ミラー74である。2つのダイクロイックミラー74a、74bの照明光の入射する面にはダイクロイック多層膜が蒸着されている。

【0065】ダイクロイックミラー74aには、Bの光束のみを反射しその他の色の光束を透過するダイクロイック多層膜が蒸着され、ダイクロイックミラー74bには、Rの光束のみを反射しその他の色の光束を透過するダイクロイック多層膜が蒸着されている。ダイクロイックミラー74a、74bの軸上主光線となす角度はそれぞれ 30° 、 30° でともに条件式1'を満たす。

【0066】照明光のうちBの光束はダイクロイックミラー74aで反射され、対応する反射型LCDパネル11に入射する。Rの光束はダイクロイックミラー74bで反射され、対応する反射型LCDパネル13に入射する。Gの光束は2つのダイクロイックミラー74a、74bを透過して対応する反射型LCDパネル12に入射する。投影光については照明光の逆をたどれば説明がつくので、説明を省略する。

【0067】

【発明の効果】本発明のカラー画像投影装置によると、照明光と投影光が異なった角度で入射反射を行うので、照明光と投影光を分離するための偏光分離プリズム等が必要なく、また投影光学系も非テレセントリック光学系であるために少ないレンズ枚数で実現することが可能となっている。従って、装置全体の大きさをコンパクトにでき、かつ光学部品及びそれを保持する部品の点数を大幅に削減できるので安価な構成を達成できる。

【0068】また、本発明では、ダイクロイックコート面への照明光の入射角度が 35° 以下になる構成としたので、色むらのない良質が画像を表示することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態のカラー画像投影装置の垂直断面図。

【図2】 本発明の第1の実施形態のカラー画像投影装置の水平断面図。

【図3】 コンデンサーレンズ及び反射型LCDパネルの光路イメージ図。

【図4】 第1の実施形態における投影光学系の収差図。

【図5】 第2の実施形態の色分解合成プリズムの構成を示す水平断面図。

【図6】 第3の実施形態の色分解合成プリズムの構成を示す水平断面図。

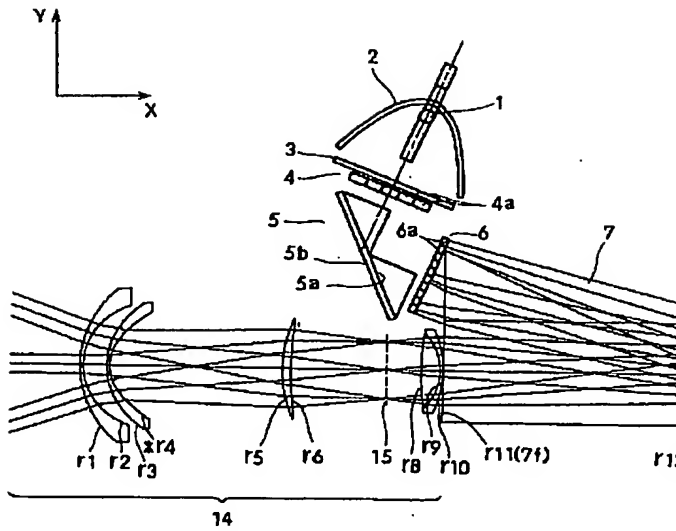
【図7】 第4の実施形態の色分解合成ミラーの構成を示す水平断面図。

【図8】 従来例のカラー画像投影装置の水平断面図。

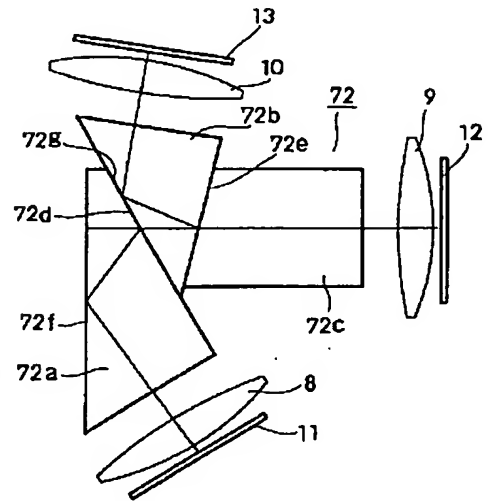
【符号の説明】

- | | | | |
|---|-----------|----------|-----------|
| 1 | 光源 | 7、72、73 | 色分解合成プリズム |
| 2 | リフレクター | 8、9、10 | コンデンサーレンズ |
| 4 | 第1のレンズアレイ | 11、12、13 | 反射型LCDパネル |
| 5 | 偏光分離プリズム | 14 | 投影光学系 |
| 6 | 第2のレンズアレイ | 74 | 色分解合成ミラー |

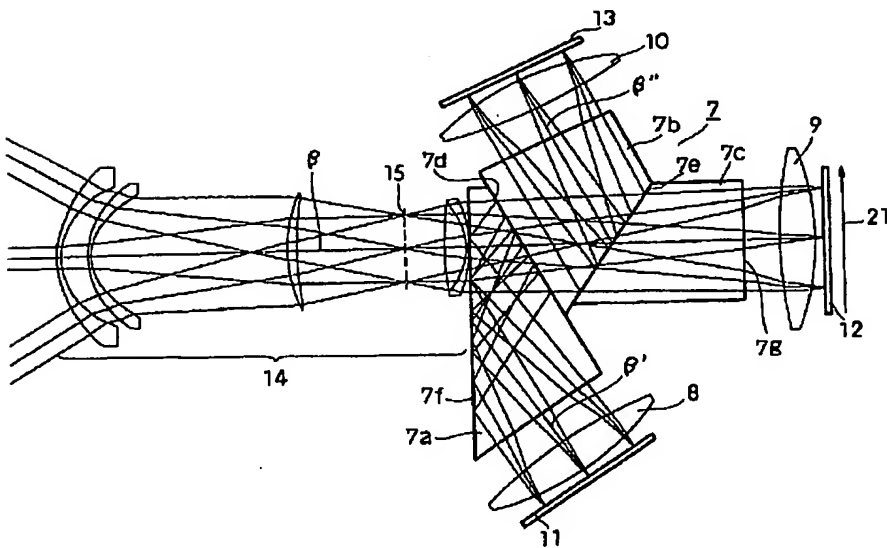
【図1】



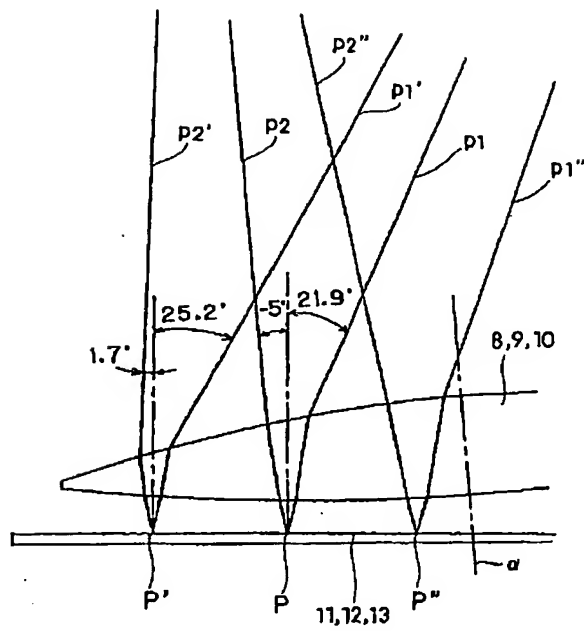
【図5】



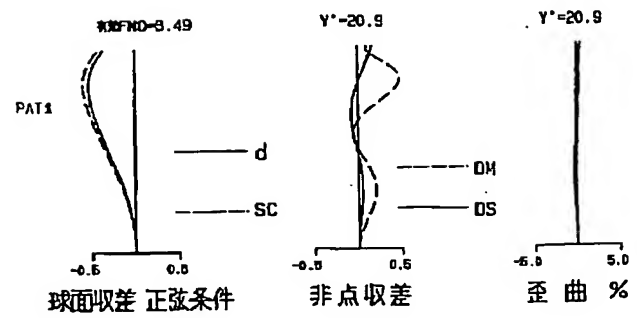
【図2】



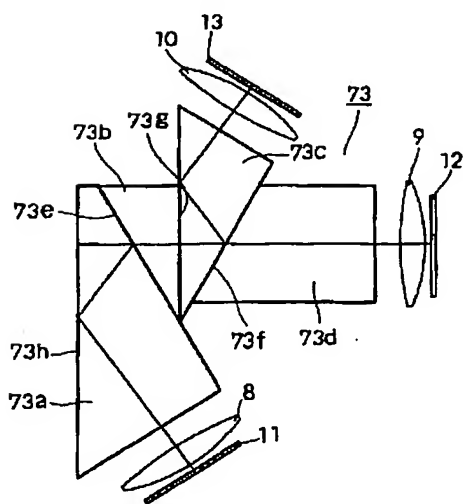
【図3】



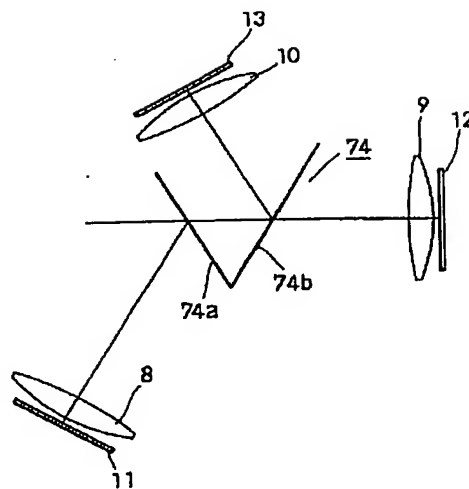
【図4】



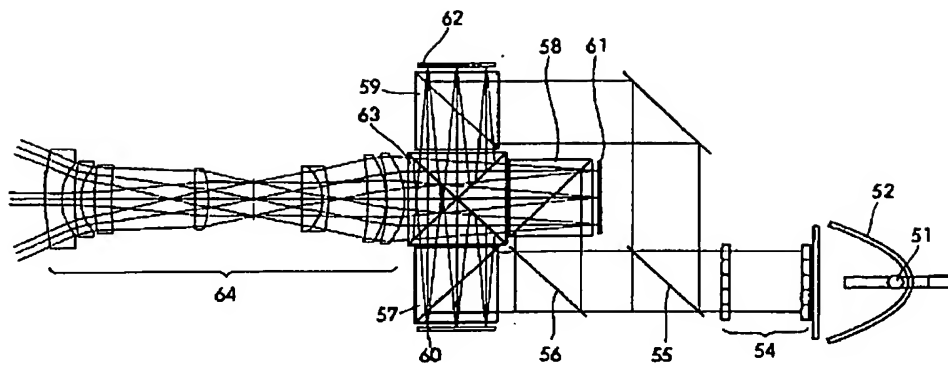
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

G 0 2 F 1/1335

識別記号

5 3 0

F I

G 0 2 F 1/1335

5 3 0

THE PAGE BANK (SPTC)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (cont.)